

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GAS POLUTAN KARBON MONOKSIDA (CO) BERBASIS MIKROKONTROLER PADA PENGUJIAN KEMAMPUAN TANAMAN HIAS DALAM PENYERAPAN GAS POLUTAN
Design Of Carbon Monoxide's Level Measuring Instrument Based On Microcontroller In The Application Of The Houseplant testing as Pollutant Gases's Reducer

Hamdiana¹, Paniran², I Made Budi Suksmadana³

ABSTRAK

Gas Karbon Monoksida (CO) dikenal sebagai polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan alat yang berfungsi untuk mengukur nilai konsentrasi gas CO. Alat ukur ini menggunakan sensor gas HS-134 sebagai sensor gas karbon monoksida (CO). Sedangkan mikrokontroler ATmega32 sebagai kontroler dan pemroses sinyal, Liquid Crystal Display (LCD) dengan karakter 16x2 berfungsi untuk penampil data serta pencatat data menggunakan memori penyimpanan SDcard untuk memudahkan dalam pemantauan nilai konsentrasi gas CO. Alat ini juga diaplikasikan dalam pengujian kemampuan tanaman hias dalam menyerap konsentrasi gas CO dalam suatu lingkungan. Berdasarkan pengujian sensor, pada grafik perbandingan dengan alat standar didapatkan persamaan liniernya yaitu $y = 0,869x + 0,197$ sehingga didapatkan jangkauan pengukuran sensor dari 0,20 % sampai 4,54%. Sedangkan hasil pengujian pada tanaman lidah mertua (*Sansevieria sp*) mampu menurunkan sebesar 13,44 % sedangkan tanaman Sri Rejeki (*Aglaonema sp*) menurunkan sebesar 5,86 %.

Kata kunci : gas karbon monoksida (CO), Sensor gas HS-134, SDcard, Mikrokontroler ATmega32, tanaman hias

ABSTRACT

Carbon Monoxide gases (CO) is known as air pollutants that are dangerous to human health. Therefore, we need an instrument that serves to measure the concentration of CO gas. This instrument uses a gas sensor HS-134 as a carbon monoxide (CO) gas sensor. The ATmega32 microcontroller as controller and signal processing, Liquid Crystal Display (LCD) with a 16x2 character serves to viewer data and recording data using storage memory SDcard to facilitate the monitoring of CO gas concentration value. This instrument is also applied in testing the ability of houseplants to absorb CO gas concentration in the environment. Based on the test sensor, the chart comparison with standard tools obtained linear equation is $y = 0,869x + 0,197$ to obtain sensor measurement range of 0.20% to 4.54%. While the results of tests on plants found that the gas exposure in six hours. Lidah mertua plant (*Sansevieria sp*) is able to decrease by 13.44% while the Sri Rejeki plant (*Aglaonema sp*) decrease by 5.86%.

Keywords: carbon monoxide (CO) gas sensor HS-134, SDcard, Microcontroller ATmega32, houseplants

PENDAHULUAN

Tingkat pencemaran udara di wilayah perkotaan saat ini sudah mencapai level yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian dari Wicaksono, Panji P dkk (2012), rata-rata tingkat ISPU di kota-kota besar di Indonesia berada pada level kualitas udara yang sangat tidak sehat (200-299). Hal ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya jumlah volume kendaraan bermotor yang besar dan terus meningkat, mengakibatkan tingginya tingkat emisi gas buang kendaraan serta

tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi menyebabkan kurangnya lahan untuk penghijauan karena digunakan untuk pembangunan perumahan, sektor bisnis dan pemerintahan.

Penanaman pohon di lingkungan perumahan yang padat penduduk sangat tidak memungkinkan dikarenakan ketersediaan lahan yang minim. Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penanaman tumbuhan dalam pot atau yang dikenal dengan tanaman hias.

¹ Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
Email: dhiezein@gmail.com¹, paniran@te.ftunram.ac.id², mdbudi@yahoo.com³

Salah satu zat polutan yang memiliki komposisi yang cukup besar dalam udara yaitu karbon monoksida (CO). Zat yang dihasilkan dari reaksi pembakaran tidak sempurna ini banyak dihasilkan dari gas buang kendaraan bermotor, asap rokok dan asap dari sisa pembakaran.

Oleh karena itu, untuk mengukur nilai konsentrasi gas CO penulis mencoba melakukan perancangan alat ukur kadar gas polutan CO berbasis mikrokontroler ATmega32 yang kemudian akan digunakan untuk menguji tingkat penyerapan gas CO pada beberapa sampel varietas tanaman hias yang cukup populer di masyarakat yaitu lidah mertua (*Sansevieria* sp) dan Sri Rejeki (*Aglaonema* sp)

Karbon Monoksida (CO). Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa k

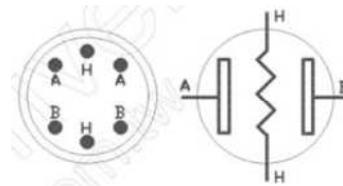
arbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna.

Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Tidak seperti senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin. (<http://www.depkes.go.id/download/Udara.Pdf>)

Sensor Gas HS-134. Sensor HS-134 memiliki 6 kaki pin yang ditunjukkan oleh gambar 2.3. Yang mana 4 diantaranya (pin A dan B) digunakan untuk menangkap sinyal dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan *heating current* (arus pemanasan)



Gambar 1. Sensor CO HS-134



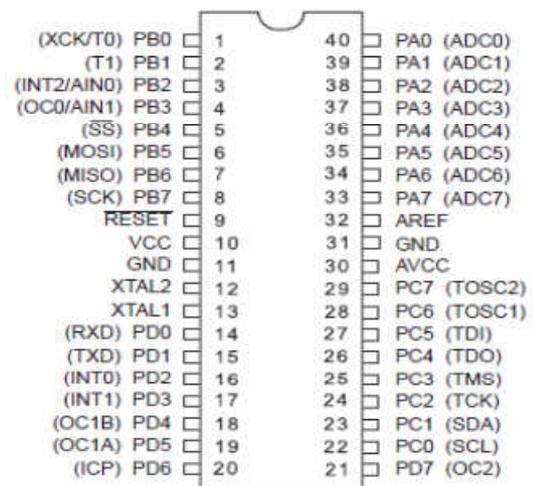
Gambar 2. Rangkaian dan simbol dari HS-134

Beberapa karakteristik dari HS-134 antara lain yaitu :

1. Memiliki tegangan rangkaian 5 V \pm 0.1
2. Dapat bekerja pada suhu -20°C sampai 50°C

(*datasheet HS-134 Carbon Monoxide Sensor* <<http://www.zeon.com.tw/>>)

Mikrokontroler AVR ATmega32. Konfigurasi pin ATMega32 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATMega32 sebagai berikut :



Gambar 3. Konfigurasi pin ATMega32

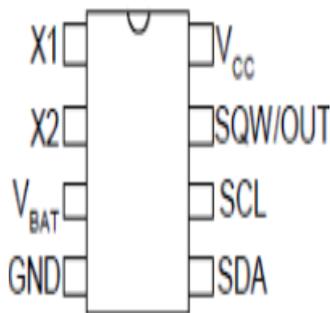
VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya

1. GND merupakan pin *Ground*
2. *Port A* (PA0...PA7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin masukan ADC
3. *Port B* (PB0...PB7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus yang akan dibahas selanjutnya
4. *Port C* (PC0...PC7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus yang akan dibahas selanjutnya.
5. *Port D* (PD0...PD7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus yang akan dibahas selanjutnya.

6. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler
 7. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal
 8. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
 9. AREF merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
- (Atmel, 2011, *Datasheet AVR Atmel ATmega32*.)

Real Time Clock. Adapun fitur DS1307 adalah sebagai berikut :

1. Real-time clock (RTC) meyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100;
2. 56-byte, battery-backed, RAM nonvolatile (NV) RAM untuk penyimpanan;
3. Antarmuka serial *Two-wire* (I2C)
4. Sinyal luaran gelombang-kotak terprogram (*Programmable squarewave*);
5. Deteksi otomatis kegagalan-daya (*power-fail*) dan rangkaian *switch*; Konsumsi daya kurang dari 500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator



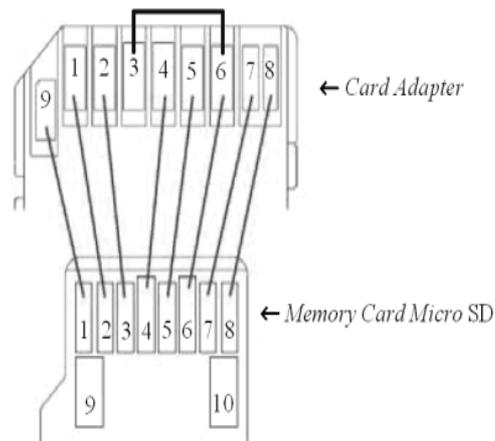
Gambar 4. Konfigurasi dari RTC DS1307

Keterangan gambar :

1. VCC
2. X1, X2 (32.768 KHz Crystal Connection)
3. VBAT (+3 volt battery Input)
4. SDA (Serial Data)
5. SCL (Serial Clock)
6. SQW/OUT (Square Wave/Output Driver)

Adalah Keluaran Gelombang Kotak.
(Maxim, 2008, *Datasheet DS1307 RTC*)

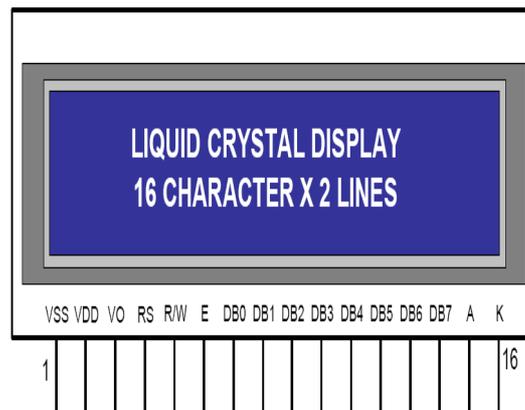
Memory Card Micro SD. pembuatan alat dalam penelitian ini, digunakan *memori card micro SD* dengan menggunakan sebuah *adapter*, maka akan dijelaskan konfigurasi pin untuk *adapter* dan pin *memori card micro SD* yang digunakan. Konfigurasi Pin *SD Adapter* dan *Memori Card Micro SD* disajikan pada Gambar 2.19.



Gambar 5. Konfigurasi Pin *SD Adapter* dan *Memori Card Micro SD*

Di dalam *adapter* terdapat suatu mekanisme tertentu yang memuat 8 pin pada *memori card micro SD* dihubungkan dengan pin-pin pada *adapter*. Koneksi yang terjadi ditunjukkan dengan garis lurus pada Gambar 2.19. Dalam kondisi apapun, pin 3 dan pin 6 pada *adapter* selalu terhubung. Kedua pin tersebut adalah pin untuk *ground*.
(Wibowo, Antionius, dan Jane Tjan. 2010)

Liquid Crystal Display (LCD). LCD berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Berbeda dengan teknologi monitor CRT (*Cathode Ray Tube*), teknologi LCD membuat bentuk perkakas menjadi lebih ramping, mirip dengan teknologi LED (*Light Emitting Diode*) ataupun plasma gas. Salah satu jenis LCD adalah LCD M1632, yaitu LCD dengan tampilan 16 baris x 2 karakter dengan konsumsi daya rendah



Gambar 6 Konfigurasi Pin LCD 16 karakter x 2 baris (Andriani, Titi., 2010)

Beberapa jenis tanaman hias pereduksi polutan

- Lidah Mertua (*Sansevieria sp.*)



Gambar 7. Tanaman Lidah Mertua (<http://djeumpa.wordpress.com/2010/12/29/tanaman-hias-penyerap-polusi/>)

Penelitian yang dilakukan NASA selama 25 tahun menunjukkan bahwa lidah mertua mampu menyerap lebih dari 107 unsur polutan berbahaya yang terdapat di udara sebab lidah mertua mengandung bahan aktif *pregnane glikosid*, yang berfungsi untuk mereduksi polutan menjadi asam organik, gula, dan asam amino, dengan demikian unsur polutan tersebut tidak berbahaya lagi bagi manusia.

- Sri Rejeki (*Aglaonema sp.*)



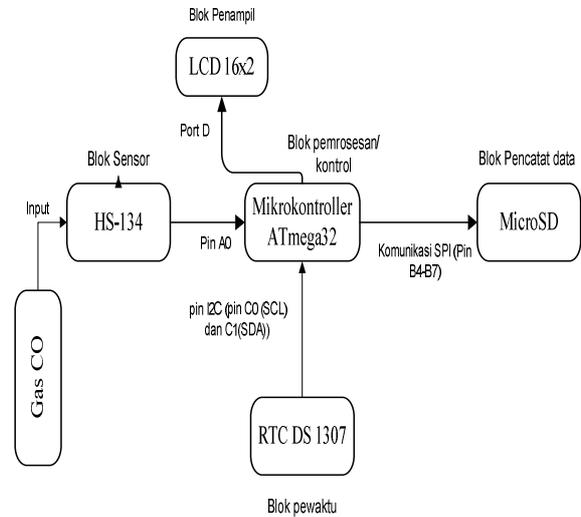
Gambar 8. Tanaman Sri Rejeki

Kombinasi lidah mertua dan sri rejeki dapat menjadi alternatif untuk menggantikan fungsi AC sebagai penetralisir polusi udara dalam ruangan terutama yang disebabkan oleh asap rokok dan mikroorganisme. (<http://junikamegawaty.wordpress.com/2013/04/29/Tanaman-Hias---Penyerap-Racun/>)

METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem. Pada perancangan hardware terdiri dari perancangan mekanik dan elektrik yaitu pada perancangan mekanik terdiri dari beberapa komponen mekanik seperti *box casing* dimana *Box* disini berfungsi sebagai tempat komponen dan rangkaian eletrik dan pembuatan rumah tanaman sebagai pelengkap dalam pengukuran. Pada perancangan elektrik terdiri dari perancangan rangkaian elektrik yang mendukung alat ini yang meliputi *power supply*, rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega32, rangkaian sensor, rangkaian penyimpanan data (*data logger*) rangkaian RTC dan rangkaian LCD. Dan untuk menjalankan sistem juga terdapat perancangan *software* yang menggunakan C

compiler CodevisionAVR. Alat ukur ini mempunyai prinsip kerja seperti diagram blok pada gambar berikut ini.



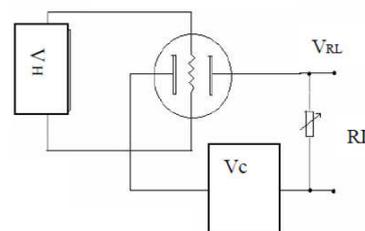
Gambar 9. Blok Diagram Sistem Alat Ukur

Gambar 9 di atas merupakan diagram blok sistem pengukuran yang digunakan pada rancang bangun alat ukur kadar gas CO ini.

Perancangan dan pembuatan elektrik terdiri dari pembuatan rangkaian sensor, rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega32, rangkaian data logger, rangkaian RTC dan rangkaian LCD.

Rangkaian sensor. Rangkaian pengukuran standar terdiri dari dua bagian. Rangkaian pertama yaitu rangkaian pemanasan yang memiliki fungsi waktu kontrol, pada tegangan tinggi sebesar 4 V dalam waktu 60s dan tegangan rendah sebesar 1,4 V dalam waktu 90s. Kedua yaitu rangkaian sinyal keluaran yang dapat merespon secara akurat perubahan dari hambatan permukaan sensor. Hubungan antara hambatan permukaan R_S dengan hambatan beban R_L dijelaskan dalam persamaan berikut :

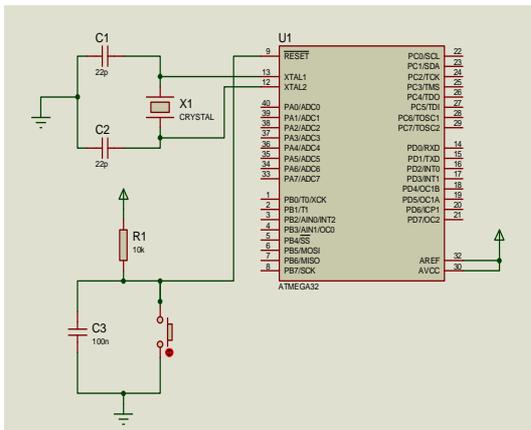
$$\frac{R_S}{R_L} = \frac{(V_C - V_{RL})}{V_{RL}}$$



Gambar 10. Rangkaian Sensor gas HS-134

Rangkaian Sistem Minimum ATmega32.

Mikrokontroler pada model ini digunakan untuk memproses data dari output sensor. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler jenis AVR. Sistem minimum mikrokontroler yang digunakan merupakan rangkaian standar mikrokontroler AVR yaitu terdiri dari rangkaian oscilator (kristal 8MHz dan dua kapasitor 22pF) dan rangkaian reset (resistor 10KΩ dan kondensator 100nF), seperti pada gambar berikut:



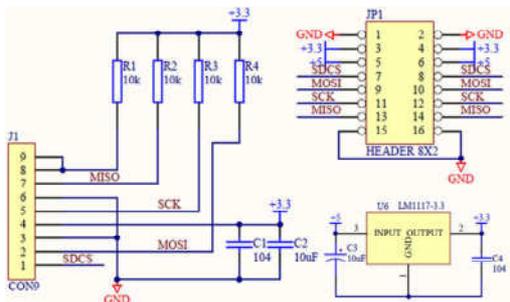
Gambar 11. Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega32

Rangkaian Antarmuka Data Logger.

Pada penelitian ini digunakan *Icsoft SDcard module* merupakan suatu modul untuk mempermudah antarmuka antara SD card dan mikrokontroler dengan tegangan kerja +5 VDC atau 3.3 VDC. SD card dapat digunakan sebagai memori yang dapat diganti dengan mudah sehingga memudahkan dalam ekspansi ke kapasitas memori yang lebih besar.

Spesifikasi Hardware :

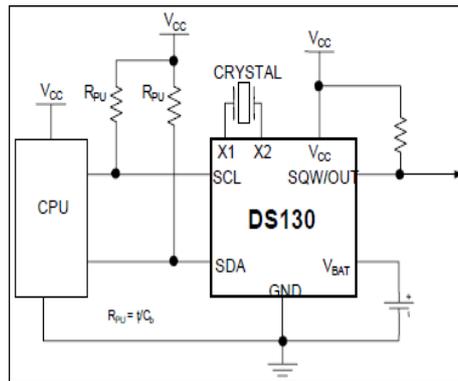
- Tegangan Supply + 5 VDC dan 3,3 VDC
- Jenis kartu yang didukung : SD card (dan MMC)
- Antarmuka SDcard (dan MMC) dengan mikrokontroler secara SPI (*Serial Peripheral Interface*).



Gambar 12. Rangkaian modul SDcard

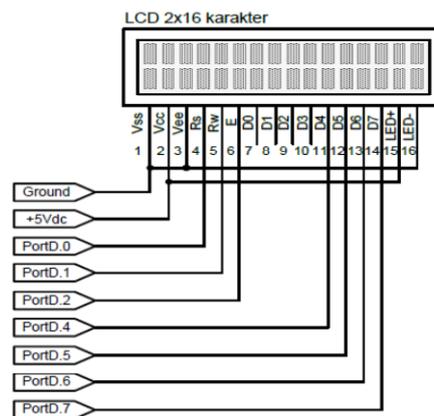
Rangkaian IC Pewaktu DS1307.

Penggunaan pewaktu berfungsi untuk menunjukkan rentang waktu penyerapan konsentrasi gas CO pada tanaman yang telah ditentukan untuk mengaktifkan fungsi pembacaan pada sensor sejak pembacaan awal (misal. 24 jam). Pada perancangan ini digunakan IC pewaktu DS1307 yang dapat digunakan sebagai jam digital. Adapun rangkaiannya adalah sebagai berikut :



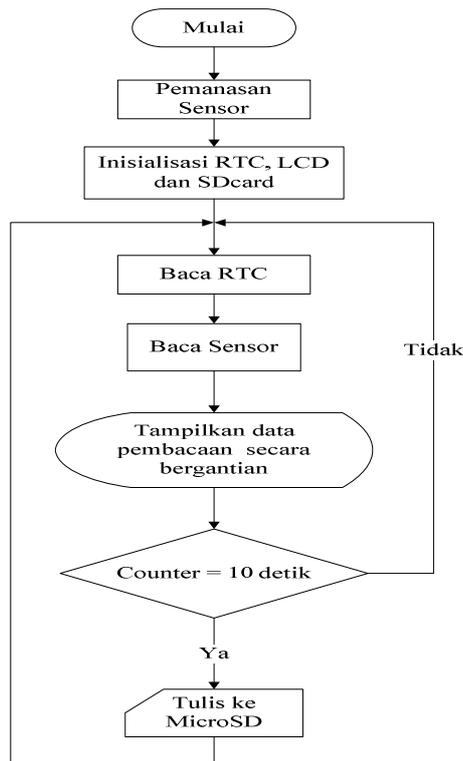
Gambar 13. Perancangan IC DS1307 sebagai pewaktu

Rangkaian LCD. Pada perancangan ini menggunakan LCD 16 karakter x 2 baris. Adapun rangkaian antar muka LCD yang akan dirancang ditunjukkan oleh gambar di bawah ini. Penggunaan LCD difungsikan untuk menampilkan jumlah konsentrasi gas CO.



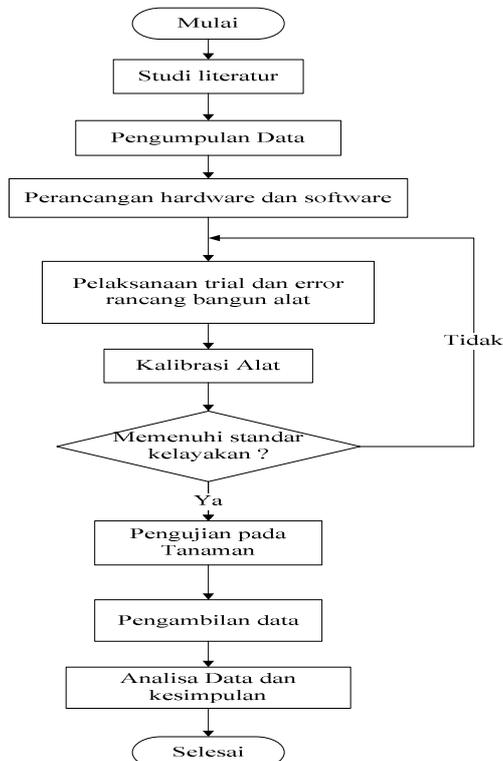
Gambar 14. Rangkaian LCD

Flowchart program. Untuk menentukan alur kerja program terlebih dahulu di rancang diagram alir program, dengan rancangan tersebut akan lebih mudah untuk menentukan instruksi apa yang harus digunakan pada tiap langkahnya.



Gambar 15. Flowchart sistem

Flowchart penelitian. Gambar berikut adalah merupakan flowchart dari perancangan dan pembuatan penelitian ini.



Gambar 16. Flowchart perancangan dan pembuatan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor HS-134. Sensor HS-134 memiliki parameter sebagai acuan untuk memfungsikan sensor tersebut, dimana sensor ini membutuhkan tegangan kerja sirkuit (V_C), tegangan pemanas (V_H), dan tahanan beban (R_L). Untuk memfungsikan sensor HS-134 ini harus menurut spesifikasi sebagai berikut :

$$V_C = 5 \text{ V}$$

$$V_H = 4 \text{ V, dan}$$

$$R_L = 10 \text{ k}\Omega$$

- Pengujian pembacaan ADC mikrokontroler ATmega32

Sebelum dilakukan kalibrasi sensor, perlu dilakukan pengujian ADC pada mikrokontroler untuk mengetahui tingkat ketelitian pembacaan nilai tegangan masukan pada mikrokontroler. ADC yang digunakan pada mikrokontroler ATmega32 yaitu ADC 8 bit dengan resolusi dari 0-255. Setelah mendownload program pada mikrokontroler, terlebih dahulu sebelumnya akan diuji perbandingan tampilan tegangan keluaran yang ditampilkan pada LCD dengan tegangan diberikan dengan menggunakan power supply variabel untuk mengetahui tingkat ketelitian pembacaan ADC.

Tabel 1. Tabel perbandingan nilai pembacaan tegangan masukan dengan ADC.

No.	Tegangan Power Supply (V)	Tampilan pada LCD (V)	Persen Error (%)
1.	1.7	1.76	3.53
2.	2.07	2.18	5.31
3.	2.2	2.31	5.00
4.	2.61	2.71	3.83
5.	2.79	2.94	5.38
6.	2.93	3.1	5.80
7.	3.02	3.15	4.30
8.	3.34	3.57	6.89
9.	3.14	3.35	6.69
10.	3.5	3.76	7.43
11.	4.01	4.1	2.24
12.	4.22	4.31	2.13
13.	4.31	4.45	3.25
14.	4.6	4.78	3.91
Error rata-rata			4.69

Dari tabel dapat dilihat bahwa nilai error rata-rata pada perbandingan nilai tegangan tersebut sebesar 4,69 %, dimana error rata-rata tersebut kemudian akan digunakan untuk melanjutkan ke pengujian pada sensor.

Pengujian Sensor dengan alat pembanding. Pengujian Sensor dengan alat pembanding dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan keluaran sensor dengan nilai konsentrasi gas CO yang ditampilkan pada alat pembanding. Adapun alat pembanding yang digunakan dalam pengujian ini adalah alat uji emisi atau *emission analyzer* milik Dinas perhubungan, komunikasi dan informatika Kota Mataram.



Gambar 17. Pengukuran emisi Gas buang kendaraan dengan alat standard dan Rancangan

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan didapatkan data hasil pengujian dengan membandingkan tegangan output sensor dengan keluaran konsentrasi Gas yang terukur pada alat standar yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. Pengujian sensor gas HS-134

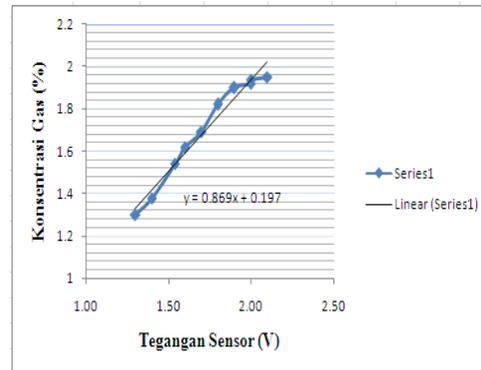
No.	Nilai Konsentrasi Gas CO pada alat standar (%)	Ukur Tegangan Sensor (V)	Rs/Ro (kΩ)
1.	1.95	2.1	13.81
2.	1.94	2	15.00
3.	1.92	2	15.00
4.	1.9	1.9	16.32
5.	1.82	1.8	17.78
6.	1.69	1.7	19.41
7.	1.62	1.6	21.25
8.	1.54	1.54	22.47
9.	1.38	1.4	25.71
10.	1.3	1.3	28.46

Dalam tabel 2 merupakan data pengujian sensor gas HS-134. Dari data tersebut dihitung dengan mencari nilai resistansi

sensor (R_s). Tegangan V_{RL} adalah tegangan yang keluar dari sensor (V_{out}).

$$R_s = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L = \frac{5V - 2,1V}{2,1V} \times 10\text{ k}\Omega = 13,81\text{ k}\Omega$$

Untuk mengetahui perbandingan tingkat kenaikan tegangan terhadap konsentrasi gas, maka dibuat grafik perbandingan tegangan terhadap konsentrasi gas yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 18. Grafik perbandingan V_{RL} dengan konsentrasi Gas

Dari grafik didapatkan persamaan regresi linier untuk menghitung besar nilai konsentrasi gas pada sensor dengan berdasarkan hasil kalibrasi terhadap alat standar dengan cara sebagai berikut.

$$y = 0,869x + 0,197$$

dengan nilai x merupakan tegangan sensor maka didapatkan nilai konsentrasi gas dari sensor yaitu :

$$y \text{ (konsentrasi gas)} = 0,869(2,1) + 0,197 = 2,02\%$$

Untuk hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Tabel perhitungan nilai konsentrasi gas CO

No.	Data Kalibrator (%)	Data hasil hitung (%)	Error (%)
1.	1.95	2.02	3.687
2.	1.94	1.94	0.258
3.	1.92	1.94	0.781
4.	1.9	1.85	2.732
5.	1.82	1.76	3.231
6.	1.69	1.67	0.929
7.	1.62	1.59	2.012
8.	1.54	1.54	0.308
9.	1.38	1.41	2.435
10.	1.3	1.33	2.054
Error rata-rata			1.843

Berdasarkan tabel di atas dapat dihitung nilai *error* rata-rata dari sensor, sehingga berdasarkan perhitungan di dapatkan nilai

error rata-rata yang relatif kecil yaitu sebesar 1.843 % sehingga dapat dikatakan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik.

Selanjutnya kita juga dapat menentukan nilai keluaran minimal dan maksimal yang dapat ditunjukkan oleh sensor berdasarkan dari persamaan tersebut yaitu untuk nilai terkecil,

Dengan asumsi nilai tegangan sensor sebesar 0 V maka nilai konsentrasi gas
 $y = 0,869(0) + 0,197$
 $= 0,197 \%$

Sedangkan nilai tertinggi yaitu untuk tegangan maksimal dari sensor sebesar 5 V

$y = 0,869(5) + 0,197$
 $= 4,542 \%$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa jangkauan kemampuan sensor dalam mendeteksi gas CO pada alat rancangan ini yaitu berkisar dari 0,20 % sampai 4,54 %.

Pengujian Rangkaian RTC DS-1307.

Penggunaan RTC berfungsi untuk menampilkan waktu berupa tanggal dan jam pada LCD dan data penyimpanan pada SD card.

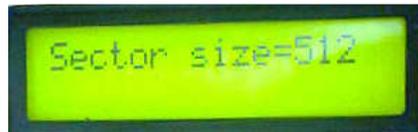


Gambar 19. Tampilan LCD dari pembacaan RTC

Pengujian Rangkaian SD Card. Pengujian rangkaian SD Card dilakukan dengan melakukan inisialisasi FAT dan pembacaan jumlah dan ukuran sektor kartu memori, kemudian setelah itu mencoba menuliskan data ke dalam kartu memori. Adapun spesifikasi memori yang digunakan adalah memori jenis microSD berkapasitas 2 Gigabyte yang telah terlebih dahulu diformat dalam format FAT16 di komputer dilengkapi dengan SD card adapter agar compatible dengan modul kartu memori yang digunakan.

Tujuan dilakukan inisialisasi kartu memori ini adalah untuk mengetahui apakah kartu memori dapat terbaca oleh mikrokontroler atau tidak sehingga dapat memastikan proses penulisan dari mikrokontroler dapat dilakukan pada kartu memori tersebut.

Setelah mendownload program pembacaan kartu memori pada mikrokontroler maka akan tampil seperti berikut pada LCD.



Gambar 20. Proses inisialisasi dan pembacaan kartu memori

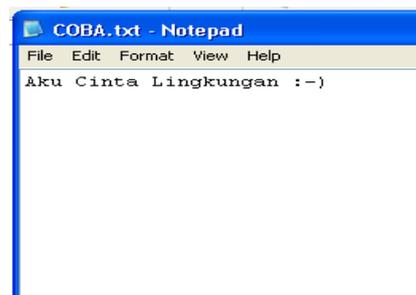
File yang akan ditulis ke dalam kartu memori berbentuk file dengan ekstensi .txt dengan nama file COBA.txt. Berikut merupakan tampilan status penyimpanan yang ditunjukkan pada LCD.



Gambar 21. Tampilan LCD yang menandakan file telah tersimpan

Tampilan di atas menunjukkan status bahwa file telah tertulis dalam kartu memori sehingga dapat memastikan jika ingin mengecek file yang telah ditulis pada komputer.

Setelah mencabut kartu memori, data yang telah ditulis dapat langsung dibaca pada PC dengan menggunakan *card reader*.



Gambar 22. Contoh data yang tertulis dalam kartu memori

Pengujian rangkaian LCD. Pembacaan hasil sensor gas akan ditampilkan melalui display LCD 16x2, dimana pada LCD tersebut juga ditampilkan pewaktuan berupa jam maupun tanggal serta status penyimpanan nilai konsentrasi gas yang terbaca.



Gambar 23. Tampilan karakter pada LCD

Berdasarkan hasil pengujian LCD dapat dilihat bahwa LCD 16x2 yang digunakan sudah dapat bekerja dengan baik, yaitu dapat menunjukkan karakter huruf maupun angka sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian Sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan dengan menggabungkan semua peralatan ke dalam sebuah sistem yang terintegrasi. Tujuannya untuk mengetahui bahwa rangkaian yang dirancang telah bekerja sesuai yang diharapkan. Pada tahap pengujian ini dilakukan pengambilan data tingkat penyerapan gas CO oleh tanaman *Sansevieria* dan tanaman *Aglaonema*.

Pengujian tingkat penyerapan tanaman dilakukan dalam ruang tertutup yang kedap udara yang sebelumnya telah dipaparkan dengan gas CO yang bersumber dari asap knalpot sepeda motor. Berikut merupakan model pengambilan data yang dilakukan.



Gambar 24. Proses pengambilan data pada tanaman

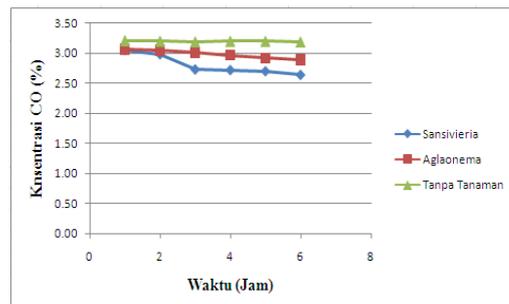
Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan pada pengujian tanpa dan dengan tanaman didapatkan data yang terkumpul dari kartu memori yang diolah ke dalam file excel, dalam tiap jam didapatkan data yang cukup banyak dikarenakan pengambilan data tersampel tiap 10 detik, untuk itu dari data-data tiap jam diolah untuk didapatkan nilai

rata-ratanya yang dirangkum dalam tabel berikut :

Tabel 4. Tabel konsentrasi CO rata-rata tiap jam pada masing-masing pengujian

Jam ke-	Konsentrasi CO rata-rata (%)		
	Tanpa Tanaman	<i>Sansivieria</i>	<i>Aglaonema</i>
1	3.21	3.05	3.07
2	3.2	2.98	3.05
3	3.19	2.73	3.01
4	3.2	2.72	2.97
5	3.2	2.70	2.92
6	3.19	2.64	2.89

Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai konsentrasi awal gas CO yang dipaparkan bernilai hampir sama pada konsentrasi berkisar 3 - 3,2 %, sehingga dapat dilihat perbandingan tingkat penyerapan gas CO pada masing-masing pengujian sebagaimana ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 25. Grafik penyerapan gas CO oleh tanaman

Tabel 4.4, pada pengujian tanpa tanaman didapatkan hasil perhitungan penurunan konsentrasi CO sebesar 0.62 %, sedangkan hasil pengujian dengan tanaman *Sansivieria* didapatkan penurunan konsentrasi sebesar 13.44 % dan dengan tanaman *Aglaonema* didapatkan nilai sebesar 5.86 %. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa tanaman *Sansevieria* dapat menyerap gas CO lebih baik daripada tanaman jenis *Aglaonema*.

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan penganalisaan terhadap data yang telah didapat pada penelitian ini, yaitu rancang bangun alat ukur kadar gas polutan karbon monoksida (CO) berbasis mikrokontroler pada pengujian kemampuan tanaman hias dalam penyerapan gas polutan, maka didapatkan kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian sensor, alat ini mempunyai spesifikasi yaitu
 - nilai persamaan linier untuk perubahan nilai konsentrasi gas berupa $y = 0,869x + 0,197$ dengan nilai *error* rata-rata dari perbandingan hasil yang ditunjukkan pada alat standar dengan alat rancangan sebesar 1.843 % dengan nilai konsentrasi pada alat rancangan yang ditunjukkan berada di atas nilai alat standar.
 - Alat ini memiliki kemampuan dalam mendeteksi gas CO berkisar pada konsentrasi 0,20 % sampai 4,54 %.
2. Dari hasil pengujian *SDcard* didapatkan pembacaan spesifikasi kartu memori berkapasitas 2 Gbytes yang digunakan berupa hasil pembacaan ukuran sektor sebesar 512bytes dan penghitungan jumlah sektor sebanyak 3911680 buah alamat sektor.
3. Tanaman *Sansiviera* memiliki kemampuan dalam mengurangi konsentrasi gas CO lebih baik daripada tanaman *Aglaonema*, dimana tanaman *Sansiviera* menyerap sebesar 13,44 % gas CO sedangkan tanaman *Aglaonema* sebesar 5,86 % dalam waktu paparan selama kurang lebih 6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Titi., 2010, *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Teknologi Hybrid Panas Matahari Dan Listrik Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535*, FT UNRAM, Mataram.
- Atmel, 2011, *Datasheet AVR Atmel ATmega32*, Atmel Corp., San Jose, CA USA..
- HS-134 Carbon Monoxide Sensor Element. Zeon Pdf Driver Trial* <<http://www.zeon.com.tw/>>.
- Maxim, 2008, *Datasheet DS1307 RTC (rev)*, Dallas semiconductor corp., Sunnyvale, CA USA
- Parameter Pencemar Udara Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*, <<http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.Pdf>>.
- Wibowo, Antionius, dan Jane Tjan. 2010. *Miniatur Access Control Ruang Kuliah Dengan Menggunakan Smart Card*. Widya Teknik Vol. 9, No. 1, 2010 (56-65)
- Wicaksono, Panji P, Ihsan, Muhammad., Nasasari, Ida., Fajrin, Noer Aulia., dan Suryanto, Eko., 2012, *Perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara Kota-Kota Besar Di Indonesia (The Calculation Of Index Of Air Pollutant's Standard In Indonesia's Big Cities)*, Teknik Sipil dan Lingkungan IPB, Bogor.
- <http://djeumpa.wordpress.com/2010/12/29/tan-aman-hias-penyerap-polusi/> (diakses tanggal 09 April 2014)
- <http://junikamegawaty.wordpress.com/2013/04/29/Tanaman-Hias---Penyerap-Racun/> (diakses tanggal 09 April 2014)